

**Biologia1.** Mitä on ekologinen kestävyys ja miten sitä voidaan mitata?

<b>Ydinasiat:</b>	<b>Pisteitys</b>
Kestävä kehitys rakentuu aina ekologisen kestävyuden varaan, koska ilman toimivaa biosfääriä ihmiset eivät voi tyydyttää perustarpeitaan.	1
Ekologiseen kestävyYTEEN kuuluu ekologisten prosessien toiminnan turvaaminen (tuotanto), biologisen monimuotoisuuden säilyttäminen ja luonnonvarojen kestävä käyttö.	3
Ekologinen kestävyys on luonnonvarojen käyttöä siten, että ympäristövaikutukset pysyvät mahdollisimman pieninä ja luonnonvarat säilyvät tuleville sukupolville.	1
Ekologisia prosesseja vaarantavat ekosysteemeihin joutuvat vieraat aineet tai haitalliset muutokset aineiden kierrossa.	1
Ekologinen selkäreppu kuvaa tuotteeseen käytettyjä luonnonvaroja koko sen elinkaaren ajalta. Mittarina on käytettyjen luonnonvarojen määrä (esim. kg) tuotteen valmistamisen, kuljettamisen ja käytön ajalta.	2
Ekologinen jalanjälki kuvaa, kuinka paljon yksi asukas, kaupunki tai valtio kuluttaa maapallon resursseja. Mittarina on kulutettujen resurssien määrä ekologisesti tuottavana maa- tai vesipinta-alana (esim. hehtaareina).	2
Hiilijalanjälki on osa ekologista jalanjälkeä, mutta sen mittarina on kasvihuonekaasupäästöt tuotteen elinkaaren ajalta (esim. kg CO <sub>2</sub> -ekvivalenttia).	1
Ekotehokkuus kuvaa tuotantoa, jolla samalla raaka-aine-, materiaali- ja energiamäärällä tuotetaan enemmän. Mittarina voidaan käyttää MIPS-indeksiä (Material Input Per Service unit), joka lasketaan jakamalla tuotteeseen ja sen valmistukseen kuuluva materiaalipanos tuotteen käyttökertojen määrällä.	2
Selkeys ja johdonmukaisuus	1
<b>Yhteensä</b>	<b>14</b>

**Biologia2. Miten luonnonvalinta toimii, ja kuinka se voi johtaa lajiutumiseen?**

<b>Ydinasiat:</b>	<b>Pisteitys</b>
Luonnonvalinnan toiminta:	
-Luonnonvalinta on prosessi, jossa vallitseviin olosuhteisiin parhaiten sopeutuneiden yksilöiden ominaisuudet yleistyvät ja huonommin sopeutuneiden harvinaistuvat. Tarkasteltava yksittäinen ominaisuus populaatiossa siis muuttuu luonnonvalinnan seurauksena (esim. koivumittarin teollisuusmelanismi).	1
-Pääosa ominaisuuksista, joihin valinta kohdistuu, periytyy vanhemmilta geneettisesti.	1
-Tasapainottava (stabiloiva) valinta vaikuttaa vakaissa olosuhteissa. Se karsii populaatiosta ominaisuuksiltaan ääripäiden yksilöitä.	2
-Suuntaava valinta vaikuttaa ympäristön muuttuessa. Ne yksilöt, jotka ominaisuuksiensa (väritys, lämmönsieto tms.) ansiosta sopeutuvat muutokseen parhaiten, saavat eniten elinkykyisiä jälkeläisiä ja hyödylliset ominaisuutensa siirrettyä jälkeläisilleen.	2
-Hajottava valinta vaikuttaa eri maantieteellisillä alueilla eri tavoin. Se suosii eri alueilla erilaisia yksilöiden ominaisuusyhdistelmiä. Eri alueiden yksilöjoukot muoutuvat ominaisuuksiltaan erilaisiksi sen mukaan, mitkä ominaisuudet milläkin alueella auttavat yksilöitä parhaiten tuottamaan jälkeläisiä.	2
Lajiutuminen:	
-Lajiutuminen on prosessi, jossa toisistaan eristyneiden yksilöjoukkojen muuntuminen etenee eri suuntiin niin kauan, että eri yksilöjoukoista peräisin olevat yksilöt eivät kykene saamaan lisääntymiskykyisiä jälkeläisiä, vaikka ne syystä tai toisesta joutuisivat myöhemmin jälleen yhteen (biologinen lajikäsité).	2
-Lajiutumisen edellytykset: tavallisesti pitkäkestoinen (yleensä tuhansien sukupolvien) geenivirtojen eristyneisyys ja hajottavan valinnan vaikutus: allopatrinen lajiutuminen, tai saman populaation sisällä tapahtuva hyvin nopea geenimutaatio tai kromosomiston moninkertaistuminen (polyploidia): sympatrinen lajiutuminen.	3
Selkeys ja johdonmukaisuus	1
<b>Yhteensä</b>	<b>14</b>

**Biologia 3.** Kuvaile solukalvon rakenne, tehtävät ja toiminta.

<b>Ydinasiat:</b>	<b>Pisteitys</b>
Solukalvo ympäröi ja rajaa solua. Eläinsolulla se on solun uloin rakenne, kasvisolulla seinän sisäpuolella.	1
<b>Rakenne:</b>	
- Se koostuu kahdesta fosfolipidimolekyylikerroksesta niin, että molekyylien vesiliukoiset päät ovat suuntautuneet ulospäin kalvon pinnoiksi.	1
-Fosfolipidimolekyylit voivat liikkua toisiinsa nähden melko vapaasti. Niitä yhdistää/sitoo kolesterolimolekyylit. Kalvo ei siis ole jäykkä.	1
-Solukalvossa on proteiinimolekyyliä eriasteisesti uponneina tai pinnasta pintaan ulottuen. Ne voivat siirtyä melko vapaasti paikasta toiseen kalvolla.	1
-Ulkopinnan fosfolipideihin ja proteiineihin liittyy pitkiä hiilihydraattiketjuja.	1
<b>Tehtävät:</b>	
-Osa solukalvon proteiineista toimii kemiallisten viestien vastaanottajina ja välittäjinä ja solukalvon rakenteiden avulla solut tunnistavat toisiaan, solun ulkoisia rakenteita ja vieraita soluja.	1
-Solukalvo suojaa solun sisällä sijaitsevia rakenteita.	1
-Solukalvo säätelee aineiden kulkua solun sisään ja sieltä pois.	1
<b>Toiminta liittyy aineiden kulkemiseen sen läpi:</b>	
-Rasvaliukoiset aineet ja pienet hydrofobiset aineet (esim. kaasut) kulkevat solukalvon läpi läpäisemällä fosfolipidikerrokset passiivisesti: diffuusio. Myös vesi siirtyy passiivisesti solukalvon läpi soluihin juurissa (osmoosi).	1
-Joidenkin kuljettajaproteiinien (ionikanavat) kautta sokerit ja muut vesiliukoiset aineet kulkevat solukalvon läpi nopeasti kuluttamatta energiaa: avustettu diffuusio.	1
-Jotkin kuljettajaproteiinit (ionipumput) kuljettavat aineita solukalvon läpi aktiivisesti kohti suurempaa pitoisuutta kuluttaen energiaa.	1
-Solukalvo voi ympäröidä solun sisään otettavan materiaalin ja kuroutua solun sisällä irti solukalvosta: solusyönti.	1
-Solukalvo voi ympäröidä solun sisällä solusta poistettavan rakenteen ja siirtää sen solun ulkopuolelle: eksosytoosi.	1
Selkeys ja johdonmukaisuus	1
<b>Yhteensä</b>	<b>14</b>

**Matematiikka 1.** Puunhankintaorganisaatio ostaa mäntysahatukia sahalle ja mäntykuitupuuta sellutehtaalle. Sahan puustamaksukyky sahatukista sahan portilla ( $pmk_{sahap}$ , €/m<sup>3</sup>) riippuu sahatukkien keskimääräisestä latvaläpimitasta ( $lpm$ ) seuraavasti:

$$pmk_{sahap} = -3,5557 + 6,552 \cdot lpm - 0,1072 \cdot lpm^2, \text{ jossa } lpm \text{ on senttimetrejä (cm).}$$

Sellutehtaan puustamaksukyky kuitupuusta tehtaan portilla ( $pmk_{sellup}$ ) on läpimitasta riippumatta 50 €/m<sup>3</sup>.

Sahatukkien korjuu (kaato, karsinta ja katkonta) hakkuukoneella ja lähikuljetus metsästä tienvarteen kuormatraktorilla maksaa puunhankintaorganisaatiolle 7,69 €/m<sup>3</sup> ja kuitupuun vastavasti 12,83 €/m<sup>3</sup>. Sahatukkien kaukokuljetus tienvarresta 50 km päähän sahalle maksaa 5,50 €/m<sup>3</sup> ja kuitupuun kaukokuljetus 135 km päähän sellutehtaalle 10,50 €/m<sup>3</sup>. Puukauppakohdeissa sahatukia on 80 % ja kuitupuuta 20 % ostettavasta puustosta.

**a)** Kuinka paljon puunhankintaorganisaatio voi pystykaupoilla (pystykaupassa myyjä myy puut ”pystyyn”, ostaja vastaa puun korjuusta ja sen kustannuksista) maksaa sahatukista (€/m<sup>3</sup>) ja kuinka paljon kuitupuusta (€/m<sup>3</sup>) metsänomistajalle ilman, että se tekee tappiota, kun sahatukkien keskimääräinen latvaläpimita on 24 cm? (4 p)

Edellisen tehtävän tapauksessa puunkorjuuyrittäjän kustannukset ovat hakkuukoneelle 90 €/h ja kuormatraktorille puutavaran kuljetuksesta hakkuupaikalta tien varteen 50 €/h tuotta-vuoksesta riippumatta. Tämän lisäksi yrittäjä vaatii kustannusten päälle 8 %:n lisän kattamaan riskin ja voittotavoitteen. Kuormatraktorin tuottavuus (m<sup>3</sup>/h) on 20 % parempi kuin hakkuukoneen tuottavuus.

**b1)** Mikä on keskimääräinen korjuutaksa korjattavalle puustolle (€/m<sup>3</sup>)? (1 p)

**b2)** Mitkä ovat kokonaiskustannukset (hakkuukone + metsätraktori) hakkuukoneen tekemää työtuntia kohti? (2 p)

**b3)** Mikä koneiden tuottavuuksien on vähintään oltava? (3 p)

**c)** Metsätyön aikatutkimuksessa käytetään usein yksikkönä senttiminuuttia (cmin) eli minuutin sadasosaa. Paljonko on

**c1)** 6 sekuntia senttiminuutteina? (1 p)

**c2)** 600 senttiminuuttia minuutteina? (1 p)

**c3)** 6000 senttiminuuttia tunteina? (1 p)

**c4)** 24 tuntia sekunteina? (1 p)

### **Mallivastaus:**

**a)** Sahan puustamaksukyky tukista sahalla on kaavaan sijoittamalla:

$$pmk = -3,5557 + 6,552 \cdot 24 - 0,1072 \cdot 24^2 = 91,95 \text{ €/m}^3.$$

Puustamaksukyky sahatukista metsässä:  $91,95 \text{ €/m}^3 - 7,69 \text{ €/m}^3 - 5,50 \text{ €/m}^3 = \underline{78,76 \text{ €/m}^3}$  ja

puustamaksukyky kuitupuusta metsässä:  $50 \text{ €/m}^3 - 12,83 \text{ €/m}^3 - 10,50 \text{ €/m}^3 = \underline{26,67 \text{ €/m}^3}$

**b1)** Keskiporjuutaksi  $0,8 * 7,69\text{€}/\text{m}^3 + 0,2 * 12,83\text{€}/\text{m}^3 = \underline{8,72\text{€}/\text{m}^3}$

**b2)** Hakkuukoneen kustannus + yrittäjälisä on  $1,08 * 90 \text{€}/\text{h} = 97,2 \text{€}/\text{h}$ .

Kuormatraktorin kustannus + yrittäjälisä on  $1,08 * 50 \text{€}/\text{h} = 54 \text{€}/\text{h}$ ,

mutta kuormatraktorin tuottavuuden ollessa 120 % hakkuukoneen tuottavuudesta sen työaika on  $100 \% / 120 \% = 83,33 \%$  hakkuukoneen työtuntia kohti,

eli  $0,8333 * 54 \text{€}/\text{h} = 45 \text{€}/\text{h}$ , jolloin kokonaiskustannukset hakkuukoneen työtuntia kohti ovat  $97,2 \text{€}/\text{h} + 45 \text{€}/\text{h} = \underline{142,2 \text{€}/\text{h}}$

**b3)** Jakamalla kokonaiskustannukset  $142,2 \text{€}/\text{h}$  keskiporjuutaksalla  $8,718 \text{€}/\text{m}^3$  saadaan hakkuukoneen tuottavuusvaatimukseksi  $\underline{16,31 \text{m}^3/\text{h}}$ . Kuormatraktorin tuottavuus oli 20 % parempi, eli  $1,2 * 16,31 \text{m}^3/\text{h} = \underline{19,57 \text{m}^3/\text{h}}$

**c1)** 10 cmin

**c2)** 6 min

**c3)** 1 tunti

**c4)** 86 400 sekuntia

**Matematiikkaa 2.** Männyn läpimitaksi 1,3 m korkeudella mitattiin 22,5 cm (kuori mukaan lukien) ja kuoren paksuudeksi 8 mm. Kasvun määrittämiseksi männyn ytimeen asti porattiin reikä, josta otettiin talteen puun vuosirenkaat sisältävä näyte. Vuosirenkaiden perusteella laskettiin, että viiden tuoreimman vuosiluston leveys (eli viiden vuoden kuoreton säteiskasvu) oli yhteensä 2,7 mm.

- A. Piirrä poikkileikkauskuva puun rungosta ja merkitse siihen suoritettut mittaukset. (1 p)
- B. Mikä on kuoren prosenttiosuus puun koko läpimitasta? (1 p)
- C. Mikä oli puun kuorellinen läpimitta 5 vuotta sitten? Voit olettaa, että kuoren prosenttiosuus läpimitasta oli 5 vuotta sitten yhtä suuri kuin nyt. (4 p)
- D. Paljonko puun kuorellinen poikkileikkauspinta-ala kasvoi prosentteina viiden vuoden aikana? (4 p)
- E. Kuinka suuri virhe läpimitan mittauksessa olisi tehty, jos mittasakset olisivat vahingossa olleet  $10^\circ$  vinossa suhteessa vaakatasoon? (4 p)

### Mallivastaus

- A. Kuvassa tulee erottua oikein piirrettynä puun poikkileikkaus, jonka läpimitta on 22,5 cm. Puun reunalla on uloimpana kuoren paksuuden osuus yksipuoleisena (8 mm), sekä sen sisäpuolella toiseksi uloimpana 5 v säteiskasvu (2,7 mm), joka on kuoreton ja yksipuoleinen. Mainittujen arvojen tulee erottua selvästi kuvassa.



B. Kuoren kaksipuoleinen paksuus =  $2 \times 8 \text{ mm} = 16 \text{ mm}$   
 $16 \text{ mm} / 225 \text{ mm} = 0,071 = 7,1 \%$

C. Kuoren prosenttiosuus on 7,1 %, laskettiin kohdassa B  
 Kuoreton läpimitta 5 v sitten =  $225 \text{ mm} - 8 \text{ mm} \times 2 - 2,7 \text{ mm} \times 2 = 203,6 \text{ mm}$

-1 p jos kuoren paksuus ja kasvu on vähennetty vain yhdeltä puolelta (214,3 mm)

#### Tapa 1

Kuorellinen läpimitta 5 v sitten =  $203,6 \text{ mm} / (1 - 0,071) = 203,6 / 0,929 = 219,2 \text{ mm}$

#### Tapa 2

Kuoren paksuus 5 v sitten (2b5) verrannolla:

$$203,6 \text{ mm} / 2b5 = (225 \text{ mm} - 16 \text{ mm}) / 16 \text{ mm}$$

$$2b5 \times 209 \text{ mm} = 203,6 \text{ mm} \times 16 \text{ mm}$$

$$2b5 = (203,6 \text{ mm} \times 16 \text{ mm}) / 209 \text{ mm} = 15,6 \text{ mm}$$

Kuorellinen läpimitta 5 v sitten =  $203,6 \text{ mm} + 15,6 \text{ mm} = 219,2 \text{ mm}$

#### TAI

Lasketaan kuorettomien läpimittojen suhde:  $203,6 \text{ mm} / 209 \text{ mm} = 0,9741$   
 Oletetaan kuoren läpimittaosuuden muutos samaksi kuin puun osuuden muutos:

$$0,97 \times 16 \text{ mm} = 15,6 \text{ mm}$$

Kuorellisen läpimitan lasku kuten tavalla 2.

Jos vain vähennettiin läpimitasta  $2 \times$  säteiskasvu, 0 p.

Kuoreton läpimitta kerrottu 1+kuoren osuudella, ei pisteitä.

Kuoreton läpimitta jaettu 1-kuoren osuudella, 2 p. (tapa 1)

D. Pinta-ala nyt:  $\pi \times (225 \text{ mm} / 2)^2 = 39\,761 \text{ mm}^2$

Pinta-ala 5 v sitten:  $\pi \times (219.2 \text{ mm} / 2)^2 = 37\,737 \text{ mm}^2$

2 pistettä, jos nykyinen pinta-ala laskettu oikealla tavalla. Väärän 5 v sitten olleen pinta-alan käytöstä ei sakotettu.

1 piste, jos ympyrän pinta-alan kaava oli oikein, mutta läpimitan kahdella jakaminen unohtunut.

Pinta-alan suhteellinen kasvu:

$$39\,761 \text{ mm}^2 / 37\,737 \text{ mm}^2 = 1,054 \text{ eli } 5,4 \% \quad \text{tai}$$

$$(39\,761 \text{ mm}^2 - 37\,737 \text{ mm}^2) / 37\,737 \text{ mm}^2 = 0,054 \text{ eli } 5,4 \%$$

2 pistettä, jos prosenttilasku oli tehty oikein, eli jakamalla 5 v sitten olleella pinta-alalla.

E. Vaakasuuntainen läpimitta oli 22,5 cm:

$$\cos(10^\circ) = 22,5 \text{ cm} / x$$

$$x = 22,5 / \cos(10^\circ) \approx 22,85$$

$$\text{Virheen suuruus on } 22,85 - 22,5 = 0,35 \text{ cm tai } 0,35 / 22,5 = 1,5 \%$$

Näppäilyvirheistä -1 p, jos kaavat muuten oikein.

**Matematiikkaa 3.** Martti on päättänyt perustaa 0,8 hehtaarin kokoiselle avohakkuualueelle männyn viljelytaimikon. Metsänhoitosuosituksen mukaan ohjeellinen männyn istutustiheys on 2 200 tainta / ha.

- A. Kuinka monta tainta Martin täytyy tilata istutusta varten, jotta suositeltu istutustiheys saavutetaan? (1 p)
- B. Istutettujen taimien kuolleisuus istutuksen jälkeen on keskimäärin kaksi prosenttia vuodessa. Kuinka moni Martin istuttamista taimista on keskimäärin elossa viiden vuoden kuluttua? (3 p)
- C. Martti tarkistaa taimikon kymmenen vuoden kuluttua istutuksesta. Hän mittaa taimikosta viisi säteeltään 3,99 metrin koealaa, joilla on elossa 6, 7, 3, 10 ja 11 männyn tainta. Mikä on mittauksen perusteella taimikon keskimääräinen runkoluku (runkoa / ha)? (5 p)
- D. Paljonko on ylläolevan mittauksen perusteella koealojen runkoluvun keskihajonta? (5 p)

### Mallivastaus

A.  $2\,200 \times 0,8 = 1\,760$  tainta

B. Jos alkuperäinen taimien määrä on  $x$ , vuoden kuluttua taimia on jäljellä  $(1-0,02) x = 0,98 x$  kpl.

Lähtötilanteessa taimia on A-kohdan perusteella 1 760. Tällöin viiden vuoden kuluttua taimia on  $1\,760 \times 0,98^5 \approx 1\,591$  kpl.

Alaspäin pyöristetty lopputulos 1 590 kpl hyväksyttiin myös, mutta jos vuodet oli laskettu yksi kerrallaan, välivaiheissa tehdyistä pyöristyksistä vähennettiin piste.

1 piste, jos taimien määrää oli approksimoitu huomioimatta korkoa korolle-periaatetta tai laskettu tilanne yhden vuoden jälkeen.

C. Tehtävän saattoi laskea monella eri tavalla, mutta vastauksesta tuli löytyä alla olevat välivaiheet tavalla tai toisella.

$$\text{Koealan pinta-ala} = \pi \times 3,99^2 = 50,0 \text{ m}^2$$

#### Tapa 1:

Olkoon  $n$  taimien määrä koealalla ja  $N$  taimien määrä / ha.

Hehtaarikohtainen runkoluku voidaan laskea verrannosta  $n / 50 \text{ m}^2 = N / 10\,000 \text{ m}^2$

$$\Leftrightarrow 10\,000 n = 50 N$$

$$\Leftrightarrow N = 10\,000 n / 50$$

$$\Leftrightarrow N = 200 n$$

eli kun  $A=50 \text{ m}^2$ , mitattu runkojen määrä  $n$  muunnetaan hehtaareiksi kertomalla 200:lla.

Kaavaa soveltaen koealakohtaiset runkoluvut / ha ovat

$$200 \times 6 = 1\,200$$

$$200 \times 7 = 1\,400$$

$$200 \times 3 = 600$$

$$200 \times 10 = 2\,000$$

$$200 \times 11 = 2\,200$$

$$\text{Keskiarvo } (1\,200+1\,400+600+2\,000+2\,200) / 5 = 1\,480 \text{ runkoa / ha}$$

#### Tapa 2:

Suhdeluvun laskenta kuten tavassa 1.

$$\text{Lasketaan taimien keskiarvo koealatasolla: } (6+7+3+10+11) / 5 = 7,4 \text{ kpl}$$



Kerrotaan keskiarvo suhdeluvulla:  $200 \times 7,4 = 1\,480$  runkoa / ha

Tapa 3:

Lasketaan koealojen taimien summa:  $6+7+3+10+11 = 37$  tainta

Lasketaan koealojen yhteenlaskettu pinta-ala hehtaareina:  $50 \text{ m}^2 \times 5/10\,000 = 0,025$  ha  
Jaetaan taimien määrä koealojen pinta-alasummalla:  $37 / 0,025 = 1\,480$  runkoa / ha  
Yleisesti: laskuvirheistä (esim. väärä pinta-ala) -1 p per virhe, jos muuten oikein.

- D. Tehtävänanto oli epäselvä sen suhteen, pitääkö vastaus laskea käyttäen taimikon runkolukua (runkoa/ha) vai koealojen runkomäärä (runkoa/koeala). Tämän takia molemmat vaihtoehdot hyväksyttiin.

Laskennassa sovelletaan kaavakokoelman populaation keskihajonnan kaavaa

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

(2 p)

Käyttäen koealojen runkolukuja:

$$x_i = 1\,200, 1\,400, 600, 2\,000, 2\,200$$

$$\bar{x} = (1\,200 + 1\,400 + 600 + 2\,000 + 2\,200) / 5 = 1\,480 \text{ runkoa / ha}$$

$$n = 5$$

Sijoitetaan kaavaan

$$s = \sqrt{\frac{\sum (1200-1480)^2 + (1200-1480)^2 + \dots + (2200-1480)^2}{5}} = 574 \text{ tainta}$$

Käyttäen koealojen runkomääriä:

$$x_i = 6, 7, 3, 10, 11$$

$$\bar{x} = (6 + 7 + 3 + 10 + 11) / 5 = 7,4 \text{ tainta}$$

$$n = 5$$

Sijoitetaan kaavaan

$$s = \sqrt{\frac{\sum (6-7,4)^2 + (7-7,4)^2 + \dots + (11-7,4)^2}{5}} = 2,9 \text{ tainta}$$

Otoskeskihajonnan kaavan  $s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$  käyttämisestä sai myös täydet pisteet.

Heikoista yritelmistä laskea hajonta keskiarvon ja havaintojen erotuksista omia kaavoja käyttäen sai pisteen, paremmista (esim. erotukset oikein mutta neliöjuuri ja/tai neliösummat puuttuivat) kaksi pistettä.

Yksittäisistä laskuvirheistä vähennettiin piste.